

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052128

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl. G06K 19/06
 G02B 5/32
 G03H 1/22
 G03H 1/26
 G06K 7/10
 G11B 7/0033
 G11B 7/0065

(21)Application number : 11-228881

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>

(22)Date of filing : 12.08.1999

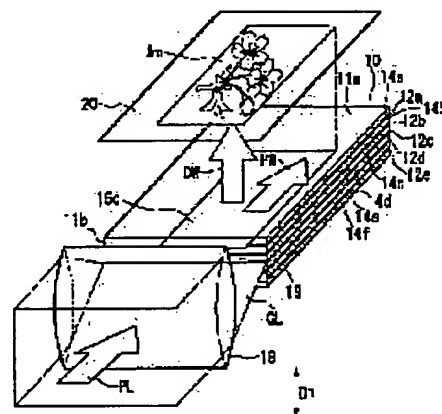
(72)Inventor : IMAI YOSHIYUKI
 YAGI IKUTAKE
 KUROKAWA YOSHIAKI
 TATE AKIYUKI

(54) INFORMATION RECORDING MEDIUM AND INFORMATION REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording medium and an information reproducing method with which the relative alignment of a light source and the medium and the relative alignment of the medium and a two-dimensional photodetector can be accurately performed and an error generation rate can be suppressed as a result.

SOLUTION: Concerning the information recording medium having core layers 12a-12e for recording information with a hologram 16c, the core layers 12a-12e composing of an optical waveguide have an alignment structure. This alignment structure is formed by the hologram for diffracting light propagated through the core layers 12a-12e. At such a time, it is preferable the hologram formed by the respective core layers 12a-12e generates diffracted light beams in directions different for each layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3611750
[Date of registration]	29.10.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2001-52128

(P2001-52128A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許コード(参考)
G 0 6 K 19/06		G 0 6 K 19/00	D 2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/32		G 0 2 B 5/32	2 K 0 0 8
G 0 3 H 1/22		G 0 3 H 1/22	5 B 0 3 5
	1/26		5 B 0 7 2
G 0 6 K 7/10		G 0 6 K 7/10	A 5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-228881

(22)出願日 平成11年8月12日(1999.8.12)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 今井 欽之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 八木 生剛

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

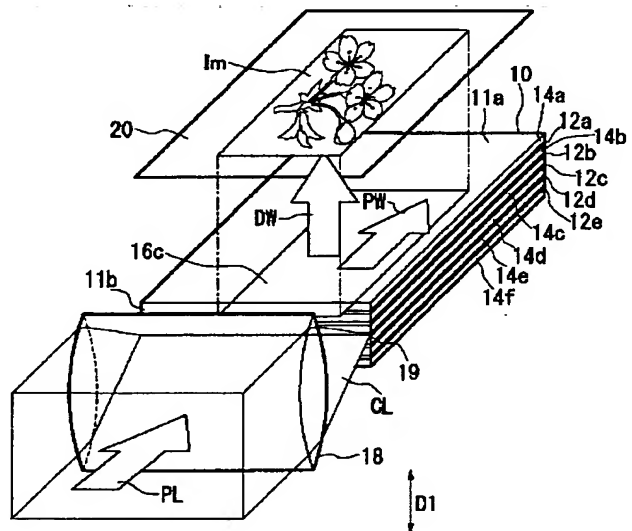
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体及び情報再生方法

(57) 【要約】

【課題】 光源と媒体との相対的な位置合わせ及び媒体と2次元光検出器との相対的な位置合わせを精度良くすることができ、その結果誤り発生率を抑制することのできる情報記録媒体及び情報再生方法を提供する。

【解決手段】 コア層12a～12eを有し、ホログラム16cにより情報を記録する情報記録媒体において、光導波路をなすコア層12a～12eが位置合わせ構造を備える。この位置合わせ構造はコア層12a～12eを伝搬する光を回折させるホログラムにより形成される。このとき、各コア層12a～12eに形成されるホログラムは層毎に異なる方向へ回折光を生ずることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シングルモード平面型光導波路を有し、ホログラムにより情報を記録する情報記録媒体において、前記光導波路が位置合わせ構造を備えることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】 前記光導波路を複数備えたことを特徴とする請求項 1 記載の情報記録媒体。

【請求項 3】 前記位置合わせ構造は、コア層の近傍に束縛されて伝搬する光を回折させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の情報記録媒体。

【請求項 4】 前記位置合わせ構造は、前記光導波路各々に 1 対設けられることを特徴とする請求項 3 記載の情報記録媒体。

【請求項 5】 前記位置合わせ構造は、前記光導波路を伝搬する光を、前記光導波路の面に対してほぼ垂直方向に選択的に回折させることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 記載の情報記録媒体。

【請求項 6】 前記位置合わせ構造はホログラムであり、前記光導波路を伝搬する光を、特定の方向へ選択的に回折させることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 記載の情報記録媒体。

【請求項 7】 前記ホログラムは、互いに異なる導波路を伝播する光を、互いに異なる方向へ回折させることを特徴とする請求項 6 記載の情報記録媒体。

【請求項 8】 前記位置合わせ構造は、回折した光を、前記情報記録媒体の表面内又は前記情報記録媒体の外側の特定の点の近傍に集光するホログラムであることを特徴とする請求項 5 記載の情報記録媒体。

【請求項 9】 前記ホログラムは、互いに異なる導波路を伝播する光から回折される光を、互いに異なる所定の点の近傍へ集光するホログラムであることを特徴とする請求項 8 記載の情報記録媒体。

【請求項 10】 前記位置合わせ構造は、前記の回折された光が集光される点を 3 つ以上有することを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 記載の情報記録媒体。

【請求項 11】 情報記録媒体に記録された情報を再生する情報再生方法において、

前記請求項 6 記載の情報記録媒体に所定の方法で光を入射し、

当該情報記録媒体に形成されたホログラムによって光が回折される方向を検出し、

前記検出結果に応じてどのコア層に最も強度の高い光が結合しているかを測定することを特徴とする情報再生方法。

【請求項 12】 情報記録媒体に記録された情報を再生する情報再生方法において、

前記請求項 9 記載の情報記録媒体に所定の方法で光を入射し、

当該情報記録媒体に形成されたホログラムによって回折される光の集光位置を検出し、

前記検出結果に応じてどのコア層に最も強度の高い光が結合しているかを測定することを特徴とする情報再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報記録媒体及び情報再生方法に係り、特に磁気カードや IC カード等の持ち運びが容易なメモリカードとして利用して好適な情報記録媒体及びその再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ポケットに入れて持ち運びが可能な情報カードの一般的なものとして、テレホンカードの様な磁気カードが用いられている。また、近年では IC カードが登場し、電子商取引への適用が考えられている。磁気カードは安価ではあるが、偽造の危険性があり、また、IC カード偽造は困難であるがビット単価が高価になってしまうという欠点がある。

【0003】この欠点を補うために考案されたのが、ホログラム画像を生成するよう回折格子を含む平面型シングルモード光導波路を多層に重ねて作った再生専用多重ホログラムカードである。このカードの詳細は、特願平 11-036540 に記載されておりここでは簡単に紹介する。石英やプラスチック等の板状の透明な媒質をコア層とし、それよりも低い屈折率を有する媒質で挟んだ構造のいわゆるスラブ光導波路は、コア層に光を閉じこめ、面内方向に伝搬させることができ、半導体レーザ等の光通信用の部品に応用されている。再生専用多重ホログラムカードは、この導波路を幾重にも重ね、かつ各導波層がホログラムを備えることを特徴としている。

【0004】図 16 は、再生専用多重ホログラムカードの原理を示す図である。図 16 では、ホログラムカードの断面が示されている。図 16 に示された再生専用多重ホログラムカード 100 は、その表面 101 から順にクラッド層 102 a、コア層 104 a、クラッド層 102 b、コア層 104 b、クラッド層 102 c、コア層 104 c、…と積層された構造である。

【0005】クラッド層 102 a、10 b、102 c、…よりも屈折率が高いコア層 104 a、104 b、104 c、…は導波層をなし、このコア層 104 a、104 b、104 c、…には屈折率を変調する等の方法で予め情報が重畳された散乱要因（ホログラム）106 が形成されている。また、図中符号 108 が付された箇所は 45° にカットされており、この箇所には反射面 110 が形成されている。また、図 16 において、符号 LB は半導体レーザ等の光源（図示省略）から出射されたレーザ光であり、114 はレーザ光 LB を集光するための凸レンズである。

【0006】図示しないレーザ光源から出射されたレーザ光 LB は凸レンズ 114 によって集光され、再生専用多重ホログラムカード 100 の表面 101 から入射し、

10

20

30

40

50

図 16 に示した例では結合点 116 に入射する。結合点 116 に入射したレーザ光 LB は反射面 110 によって反射され、コア層 104b に結合し、コア層 104b 中を層に平行方向に導波光 PB として伝搬する。この導波光 PB はコア層 104b に形成されたホログラム 106 によって散乱され、回折光 DB として再生専用多重ホログラムカード 100 の表面 101 から出射し、この回折光 DB によってホログラム画像 Im が形成される。このホログラム画像 Im を CCD 等の 2 次元光検出器で取り込むことにより、コア層 104b にホログラム 106 として重畳された情報の読み出しができる。また、図 16 中の凸レンズ 114 を図中符号 D100 が付された方向に動かすことによってレーザ光 LB 光を結合させるコア層を変え、各々のコア層 104a、コア層 104b、コア層 104c、…に記録された情報を別個に読み出すことができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、再生専用多重ホログラムカードの性能指数には、記録容量、情報再生速度、誤り発生率等がある。これらは、独立ではなく、互いに密接な関係がある。一つの媒体の記録容量は、一つのコア層に付随するホログラムの情報容量を向上させること、即ちホログラム画像に情報より多く載せることによって向上させることができる。ところが、ホログラム画像の画質をそのままにして情報量を増やそうとすると、誤り発生率が高くなる。このため、誤り訂正をするために、予め記録する情報の冗長度を上げておかなければならず、結局、正味の情報容量は増やせないという問題がある。

【0008】また、本来は、ホログラム画像は一つずつ逐次読み出すのであり、一時には複数のコア層のうちの一つだけにレーザ光 LB を結合させるものであるが、媒体へ光を導入する方法が悪いと、一時に複数のコア層にレーザ光 LB 結合してしまい、その結果、複数のホログラム画像が重なり合ってしまう、画質が劣化する。これをクロストークと称しているが、隣合うコア層の間隔を広くすれば（換言するとクラッド層の厚さを厚くすれば）、クロストークは改善する。ところが、これでは 1 つの媒体のコア数が減ってしまう。そこで、媒体に光を正しく導入するため、光源と媒体との精密な位置合わせが重要となる。

【0009】一方、ホログラム 106 によって回折される回折光 DB は、予め設計された特定の距離だけ離れた位置にて像を結び、ホログラム画像 Im となるが、この位置にて 2 次元光検出器で画像を検出すべきところ、2 次元光検出器の位置がずれると、ピントがぼける。この結果、画質が劣化し、誤り発生率が大きくなる。このため、媒体と 2 次元ディテクタとの位置合わせも重要である。

【0010】本発明は、上記事情に鑑みてなされたもの

であり、光源と媒体との相対的な位置合わせ及び媒体と 2 次元光検出器との相対的な位置合わせを精度良くすることができ、その結果誤り発生率を抑制することのできる情報記録媒体及び情報再生方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の情報記録媒体は、シングルモード平面型光導波路を有し、ホログラムにより情報を記録する情報記録媒体において、前記光導波路が位置合わせ構造を備えることを特徴とする。各前記光導波路は複数備えられていることが好ましい。ここで、前記位置合わせ構造は、コア層の近傍に束縛されて伝搬する光を回折させるものであり、前記光導波路各々に 1 対設けられることが好ましい。より具体的に前記位置合わせ構造は、前記光導波路を伝搬する光を、前記光導波路の面に対してほぼ垂直方向に選択的に回折させるもの又は前記光導波路を伝搬する光を特定の方向へ選択的に回折させるホログラムである。このホログラムは、互いに異なる導波路を伝播する光を、互いに異なる方向へ回折させるものであることが好ましい。また、前記位置合わせ構造の他の態様は、回折した光を、前記情報記録媒体の表面内又は前記情報記録媒体の外側の特定の点の近傍に集光するホログラムである。このホログラムは、互いに異なる導波路を伝播する光から回折される光を、互いに異なる所定の点の近傍へ集光するホログラムであることが好ましい。更に、前記位置合わせ構造の他の態様は、前記の回折された光が集光される点を 3 つ以上有することを特徴とする。また、本発明の情報再生方法は、情報記録媒体に記録された情報を再生する情報再生方法において、前記請求項 6 記載の情報記録媒体に所定の方法で光を入射し、当該情報記録媒体に形成されたホログラムによって光が回折される方向を検出し、前記検出結果に応じてどのコア層に最も強度の高い光が結合しているかを測定することを特徴としている。また、本発明の情報再生方法は、情報記録媒体に記録された情報を再生する情報再生方法において、前記請求項 9 記載の情報記録媒体に所定の方法で光を入射し、当該情報記録媒体に形成されたホログラムによって回折される光の集光位置を検出し、前記検出結果に応じてどのコア層に最も強度の高い光が結合しているかを測定することを特徴としている。上記構成による本発明によれば、位置合わせ構造をホログラムによって構成し、その結果、回折光のエネルギーを集中させることができるので、観測に便利であるだけでなく、個別の導波路ごとに回折の方向を違えておけば、回折光の方向を観測することにより、現在どの導波路に光が導波しているかが分かり、位置合わせに有効である。このような本発明による情報記録媒体は、偽造や複製が困難であるため、電子商取引引用認証カードとしての使用、また、記憶容量が大きくかつ安価に生産できるため、CD、CD

ーROM、DVD等のように、音楽や映像ソフトあるいはコンピュータのソフトウェアの配布などの用途に好適である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態による情報記録媒体及び情報再生方法について詳細に説明する。本実施形態について詳細に説明する前に、本実施形態が適用される情報記録媒体及び情報再生方法の概略について説明する。図1は、本発明の実施形態が適用される情報記録媒体の概略を示す斜視図である。図1に示した情報記録媒体10は、その表面11aから順にクラッド層14a、コア層12a、クラッド層14b、コア層12b、クラッド層14c、コア層12c、クラッド層14d、コア層12d、クラッド層14e、コア層12e、及びクラッド層14fが順に積層された構造である。コア層12a～12eは、クラッド層14a～14fの屈折率よりも高い屈折率を有する材料を用いて形成されている。コア層12a～12fは平面型シングルモード光導波路をなす。尚、コア層12a～12eが全てのクラッド層14a～14fよりも高い屈折率を有する構造であることが好ましいが、構造はこれに限定されない。例えば、各コア層12aは隣接するクラッド層14a、14bの屈折率よりも高くなければならないが、クラッド層14fよりも屈折率が低くなる場合があってもよい。

【0013】各コア層12a～12eには屈折率を変調する等の方法で予め情報が重畳されたホログラム（散乱要因）が形成されている。図1では、コア層12cに形成されたホログラム16cのみを概念的に平面状に示してある。本実施形態による情報記録媒体10は、その外形が略直方体形状に形成されており、端面11bにはコア層12a～12e及びクラッド層14a～14fが外部に露出された構造となっている。

【0014】18は、シリンドリカルレンズであり、図示しない光源からの平面光波PLを図中符号D1が付された方向へは集光するが、符号D1が付された方向に直交する方向には集光しないレンズである。つまりシリンドリカルレンズ18は平面光波PLを円筒状の波面の光波CLに変換して情報記録媒体10のコア層12a～12eの何れかに結合させるためのものである。

【0015】尚、図1に示した例ではシリンドリカルレンズ18を用いて情報記録媒体10の端面におけるコア層とクラッド層との境界に平行な線上に集光された光を結合位置19から入射させる場合を例に挙げて説明しているが本発明はこれに限定されない、例えば、情報記録媒体10の一部に図16に示した反射面110を形成し、平面光波PLを情報記録媒体10の表面から入射させるようにしてもよい。また、20は、コア層12a～12eの何れかを伝搬する導波光PWがホログラムによって回折されて生ずる回折光DWによって生成されるホログ

ラム画像Imが結像される結像面である。尚、CCD等の2次元光検出器の光検出面を結像面20に位置合わせすることによりホログラム画像Imを電気信号に変換することができる。

【0016】尚、上記図示しない光源、シリンドリカルレンズ18、2次元光検出器は情報記録媒体10からホログラム像Imを再生して読み取る再生装置（図示省略）に備えられ、情報記録媒体10は再生装置から取り外して持ち運び可能なもの（リムーバブル媒体）である。

【0017】上記構成において、図示しない光源から出射された平面光波PLはシリンドリカルレンズ18によって、円筒状の波面の光波CLに集光され、情報記録媒体10の端面11bの結合位置19からコア層12c内へ入射する。コア層12cへ入射した光はコア層12c中を層に平行方向に導波光PWとして伝搬する。この導波光PWはコア層12cに形成されたホログラム16cによって散乱され、回折光DWとして情報記録媒体10の表面11aから出射し、この回折光DWによってホログラム画像Imが結像面20に形成される。このホログラム画像ImをCCD等の2次元光検出器で取り込むことにより、コア層12cにホログラム16cとして重畳された情報の読み出しができる。また、シリンドリカルレンズ18の位置を変更し、結合位置19を他のコア層に設定することで他のコア層に記録された情報を別個に読み出すことができる。

【0018】このとき、シリンドリカルレンズ18によって直線上に集光された光とコア層との結合方法が適切であれば、ただ一つのコア層に光エネルギーが集中し、その他のコア層に結合する光は強度的に無視できる。従って、異なるコア層にそれぞれ作り込まれたホログラムの画像が重なり合って観測されることはない。しかし、結合の方法が適切でないと、複数のコア層に同時に導波光が伝搬し、この結果、複数のホログラム画像が重なって観測される。また、光源には大抵の場合レーザが用いられるため、これらの複数のホログラム画像は単純に重なり合うのではなく、互いに干渉する。本実施形態においてはこのような不都合をなくし、誤り発生率を抑制することを最終的な目標としている。このためには、ホログラム画像Imの画質が良くなければならない。また、複数のホログラム画像の中から、目的のホログラム画像を的確に選択し、再生しなければならない。

【0019】〔第1実施形態〕次に、本発明の第1実施形態について説明する。図2は、本発明の第1実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す模式図である。本実施形態では、複数のホログラム画像の中から、目的のホログラム画像を選択するために、「現在どのコア層に光が導波しているか」を調べることで情報記録媒体及び情報再生方法を提供する。本実施形態では、図1に示した情報記録媒体10のコア層に、ホログラムを

形成する他に、「現在どのコア層に光が導波しているか」を調べるための位置合わせ用ホログラムを形成している。

【0020】図2では、図1中のコア層12a～12eの構造が示しており、このコア層12には情報記録のためのホログラム22と、位置合わせ用のホログラム24とが形成されている。コア層12中を伝搬する導波光PWは、ホログラム22及び位置合わせ用ホログラム24によって回折される。その結果、ホログラム22によって回折光DW1が、位置合わせ用ホログラム24によ

って回折光DW2がそれぞれ生ずる。

【0021】ここで、位置合わせ用ホログラム24は、一方向へ選択的に光を回折させるように設計しておく。例えば、位置合わせ用ホログラム24は、図2に示すように、導波光PWの進行方向に対して垂直な方向であって、コア層12に対して平行な方向に長手方向を有する直線を等間隔に並べた縞模様であり、その間隔が $2\pi/\beta$ (β は導波路の伝搬定数)であるようなパターンである。このとき、位置合わせ用ホログラム24の面積が十分に広ければ、回折光DW2は、コア層12に対して垂直方向に進むものになる。

【0022】図3は、図2に示した構造のコア層12を複数有する情報記録媒体10の断面図である。尚、図3は、図2に示した構造を有するコア層12を図1に示した情報記録媒体10に適用した場合の図である。図3に示したように、コア層12b～コア層12dには位置合わせ用ホログラム24b～位置合わせ用ホログラム24dがそれぞれ形成されている。各コア層12b～コア層12dに形成された位置合わせ用ホログラム24b～24dは以下の点において異なる。つまり、図示したように、情報記録媒体10の端面11bから光波CLが入射されるが、位置合わせ用ホログラム24cは入射した光波CLをコア層12cに対して垂直な方向へ回折して回折光DW4とする構造であり、位置合わせ用ホログラム24bは図中右斜め上方向へ回折して回折光DW3とする構造であり、位置合わせ用ホログラム24dは図中左斜め上方向へ回折して回折光DW5とする構造である。このように、各コア層毎に形成された位置合わせ用ホログラムは異なる方向へ進行する回折光を生ずる構造となっているため入射した光波CLがどのコア層へ入射して導波しているかが回折光の進行方向を観測すれば分かることになる。

【0023】尚、ホログラム22及び位置合わせ用ホログラム24は、コア層を伝搬する導波光を回折できればよく、その形成位置には限定されない。例えば、ホログラム22及び位置合わせ用ホログラム24は、コア層内部に作り込んでも、コア層と隣合うクラッド層との界面に作り込んでも良い。また、周知のようにコア層を伝搬する導波モードはクラッド層にも幾分しみ出すことから、クラッド層内部であっても、十分にコア層に近い位

置に作り込めばホログラム22及び位置合わせ用ホログラム24はその機能を果たすことができる。

【0024】また、図2に示した例では、コア層12内部で位置合わせ用ホログラム24をホログラム22の横に配置した構造を示したが、この位置も限定されない。図2においてホログラム22の手前側、奥側、右側、左側のどちらにおいても良いのは当然のことであり、またホログラム22と一部又は全体が重なる配置であってもよい。

【0025】更に、ホログラム画像Imを形成する回折光DW1と、位置合わせのために用いる回折光DW2の双方を、同時に生成するようなホログラムを設計する方法もあり、この場合は、ホログラム22と位置合わせ用ホログラム24は一つにまとまる。このようなホログラムは、ホログラム画像Imを形成する回折光DW1と位置合わせ用の回折光DW2との重ね合わせで表現される光波の場を生成するものである。

【0026】前述のように、情報記録媒体10に入射される光波とコア層との結合方法が適切でないとホログラム画像Imの画質が劣化する。ここにいう結合方法には、入射される光波として図1に示した光波CLの焦点位置とコア層との位置合わせ方法が含まれる。次に、円筒状の波面CLの焦点位置と結合位置19との関係について説明する。

【0027】〔第2実施形態〕図4は、本発明の第2実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す模式図である。図4に示した第2実施形態ではコア層12にホログラム26と2つの位置合わせ用ホログラム28a、28bが形成されている。この位置合わせ用ホログラム28a、28bは、導波光PWの進行方向に対して左右一対に形成される。更に、図4に示したコア層12は、図1中の各コア層12a～12eとして形成されるが、図3に示したものと同様に、回折光DW7a、DW7bの方向で光が実際に導波しているコア層を検出できるように設計しておく。

【0028】図5は、図4に示したコア層12を複数を用意する情報記録媒体10への光入射の様子を説明する図である。尚、各コア層には各コア層には下から順番に番号30a～30gが付してある。図5は、図4に示したコア層12を複数を用意する情報記録媒体10の断面図であるが、理解を容易にするため図示を簡略化しており、更に図5は、図1中の導波光PWの進行方向に対して垂直な面で情報記録媒体10を切った場合の断面を示している。

【0029】尚、前述したように、情報記録媒体10は、図示しない再生装置から取り外して持ち運び可能なものであり、図5では、この情報記録媒体10を再生装置に装填した直後で、電気を用いない純粋に機械的な、0.1mmオーダーの大まかな位置合わせのみが終了した状態を想定している。この状態では、同図に示すよう

に、波面CLを直線上に集光させた入射光IWは、情報記録媒体10のコア層30a～30gに対して傾いている。図中符号Z1及びZ2が付された領域は、各コア層30a～30gに形成された位置合わせ用ホログラム28a、28bがそれぞれ配置される領域である。このとき、領域Z1内で位置合わせ用ホログラムに入射光が掛かるのはコア層30bのみである。従って、領域Z1ではコア層30bに入射光IWが入射して回折光DW8が生じ、その結果、導波光PWはコア層30bを伝搬していることが検出される。

【0030】また、図中領域Z2内で位置合わせ用ホログラムに入射光が掛かるのはコア層30fのみである。従って、領域Z2ではコア層30fに入射光IWが入射して回折光DW9が生じ、その結果、導波光PWはコア層30fを伝搬していることが検出される。領域Z1及び領域Z2の検出信号の比較により、入射光IWに対して情報記録媒体10がどちらかの向きにどれだけ傾いているかが分かる。この状態から、情報記録媒体10と入射光IWとが合う方向へと角度をずらしていくと、領域Z1及び領域Z2で検出されるコア層が近くなり、逆に傾きを大きくしていくと検出されるコア層はより隔たったものとなる。これにより、入射光IWに対する情報記録媒体10の傾きを修正することができる。また、同時に、情報記録媒体10と入射光IWの位置を図5の上下方向に振動させてみて、領域Z1及び領域Zそれぞれで検出されるコア層が同一のコア層であり、且つ位置合わせ用ホログラム28a、28bによる回折光の強度が等しくなり、且つこれらの回折光の強度が共に最大値となる情報記録媒体10の入射光IWに対する角度・位置において、適切な光入射が実現できる。

【0031】〔第3実施形態〕図6は、本発明の第3実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す断面図である。ホログラムには、光波面の生成に自由度があり、一般のレンズのように入射する光を一点に集光するような、いわゆる球面波状の光波面を生成することもできる。本実施形態においては、位置合わせ用ホログラムとして、導波光PWを回折し、情報記録媒体10の外部の一点に集光させるようなホログラムを用いるものである。この機能を有するホログラムの形態は様々であり、本実施形態は特定のホログラムの形態に限定されるものではない。

【0032】例えば、図6中焦点FPに集光するような回折光を発生させるホログラムは、符号Pが付してある点での光の散乱の大きさが

【数1】

$$A \cos \theta \sin \left(\phi + \beta z + \frac{2\pi f}{\lambda} \frac{1}{\cos \theta} \right)$$

であればよい。ここで、数1中の θ は焦点FPを通り、コア層12とクラッド層14a、14bとの境界に垂直

な直線と、ホログラム32内の点Pと焦点FPとを通る直線との成す角度であり、 z はコア層12中の導波光PWの伝搬方向の位置であり、 β はコア層12中における導波光PWの伝搬定数、 λ は導波光PWの波長、 A 、 ϕ 、 f は実定数である。このホログラムは、前述した第1実施形態及び第2実施形態の特殊な場合と位置づけることができるが、付加的な効果が得られる。第1には、集光することにより光パワーが集中し、回折光信号を大きくとれることである。

10 【0033】また、球面波を導波光PWが伝搬しているコア層検出のために用いる場合、各導波路の位置合わせ用ホログラムが互いに異なる位置に焦点を合わせるような構成とすればよい。図7は、各コア層に形成された位置合わせ用ホログラムが互いに異なる位置に焦点を合わせるような構成とした場合の焦点位置の最も単純な例を説明するための図である。図7では、断面で示した情報記録媒体10中の各位置合わせ用ホログラム32a～32c各々によって形成される焦点FPa～FPcを一直線上に周期的に配置した場合を示している。

20 【0034】そして、この直線上にN-MOSやC-MOS等のリニアイメージセンサや1次元CCDなどの1次元アレイ光センサ、又は光スポット位置検出素子(PSD)等の光検出器34を配置すれば導波光がどのコア層を伝搬しているかを検出することができる。このように、回折光を小さな焦点に絞れることで、導波光がどのコア層を伝搬しているかを検出する検出装置の小型化を図ることができるのが第2の効果である。この実施形態の変形として、点の集合としての線状に集光する形態もあり、この形態でも、上述した第1及び第2の効果が得られるのは全く同様である。線状に集光するホログラムは、点状に集光するホログラムの集合の形態で実現することができる。

30 【0035】第3の効果は、入射光IWと情報記録媒体10との位置合わせだけでなく、情報記録媒体10とホログラム画像読み取り用の2次元アレイ光検出器との位置合わせにも利用できることである。図8は、情報記録媒体10とホログラム画像読み取り用の2次元アレイ光検出器との位置合わせ方法を説明するための図である。図8では、コア層12aにホログラム22及び位置合わせ用ホログラム32が形成され、ホログラム22の回折光が結像面38で正しくホログラム画像を結合する様子が示され、また、位置合わせ用ホログラム32から球面回折光CD1が焦点FPに集光される様子を示している。

40 【0036】ホログラム22によるホログラム画像は、CCD等の2次元アレイ光検出器36で電気信号に変換して読み出されるが、この光検出器の光検出面が結像面38からずれていれば、画像のピントがぼけ、正しく信号が読み出せない。ここで、2次元アレイ光検出器36と光検出器34とが互いに固定されており、これらを同

時に動かすことでピントを合わせることができる。光検出器 34 は、例えば 2 次元アレイ光検出器 36 と同様の 2 次元アレイ光検出器でもよい。光検出器 34 が 2 次元アレイ光検出器である場合、観測されるのは、球面回折光 CD1 の断面である円形のパターンである。この円形のパターンは、球面回折光 CD1 の焦点 FP に近づくほど小さくなる。従って、円形パターンを観測しながら光検出器 34 を動かし、光検出器の受光面を球面回折光 FP の焦点に合わせることが可能である。上述のように、光検出器 34 と 2 次元アレイ光検出器 36 の光検出面が揃えてある。この場合、やはり図 8 に示されているとおり、球面回折光 CD1 の焦点が結像面 38 内に配置されるよう位置合わせ用ホログラム 32 を設計しておけば、光検出器 34 の受光面と球面回折光 FP の焦点の位置合わせをすると、自ずと 2 次元アレイ光検出器 36 の受光面と結像面 38 とが合致する、すなわちピントが合うことになる。

【0037】以上では、ピント調整、すなわち図 8 において符号 D2 が付された方向の位置合わせ方法について説明したが、同図において符号 D3 が付された方向の位置合わせも必要な場合がある。この場合も、前記のように光検出器 34 に 2 次元アレイ光検出器や光スポット位置検出素子 (PSD) を用いていれば、光検出器 34 の受光面のどこに球面回折光 CD1 の焦点 FP があるかが検知できるので、予め決められた位置まで平行移動すればよい。もし、結像面 38 内での回転の位置合わせも必要な場合は、少なくとも 2 つの点に焦点を結ぶ 2 つの球面回折波を用意すればよい。

【0038】ところで、前述したように、光検出器 34 には 2 次元アレイ光検出器を用いると、現象が直感的であるために、位置合わせを手動で行うには便利である。しかし、CCD を始めとした 2 次元アレイ光検出器は高価であるほか、自動位置合わせを行う場合、2 次元アレイ光検出器で受けた球面回折光 CD1 の強度パターンから図中符号 D2 が付された方向及び符号 D3 が付された方向の位置ずれを割り出すには、時として煩雑な画像処理を必要とし、必ずしも位置合わせは高速にならない。2 次元アレイ光検出器と比較して安価であり、高速な位置合わせも可能な方法として、ピンホールを用いるものがある。

【0039】図 9 は、ピンホールとアレイではない単体の光検出器を用いた位置合わせ方法を説明する図である。図 9 に示したように、単体の光検出器 40 の光検出面にはピンホール 42 が形成されたマスク 41 が配置されている。同図で、符号 D3 が付された方向に全く位置ずれがないとすると、光強度は焦点 FP のごく近傍を除いて、結像面 38 とのずれの自乗に反比例する。従って、ピンホールから漏れて光検出器 40 で観測される光信号も結像面 38 とのずれの自乗に反比例するため、最大の信号が得られるよう、2 次元アレイ光検出器 36 と

結合された光検出器 40 を符号 D2 が付された方向へ動かせば、ピントが合う。ただし、符号 D3 が付された方向に全く位置ずれがないということが保証されない場合がある。この場合は、符号 D2 が付された方向に動かしただけでは、球面回折波 CD1 を見失う可能性がある。このため、符号 D3 が付された方向にも動かし、球面回折波 CD1 を探りながら位置合わせを行わなければならない。

【0040】なお、2 次元アレイ光検出器 36 の受光面は、必ずしもホログラム画像の結像面 38 と平行とは限らず、あおり角の調整が必要な場合もある。この場合、少なくとも 3 つの点に焦点を結ぶ 3 つの球面回折波が必要である。これらの球面回折波を発生させるために、3 つの位置合わせ用ホログラムをコア層 12 に形成し、これら 3 つを互いに重ねても重ねなくてもよく、更に、1 つの位置合わせ用ホログラムで 3 つすべてを同時に回折させるようなものでもよいことは、前記と同じである。

【0041】

【実施例】〔第 1 実施例〕図 10 は、本発明の第 1 実施例による情報記録媒体のコア層の一部を示す上面図である。図 10 において、44 は、本発明の第 1 実施例による情報記録媒体が有するコア層の 1 つである。本実施例では、図示しない光源からの入射光が端面 45 から入射して図示した方向の導波光 PW がコア層 44 を伝搬する。46 は、画像再生のためのホログラムであり、48a、48b は位置合わせ用ホログラムである。ホログラム 46 は、端面 45 側であって、コア層 44 のほぼ全面に形成されている。位置合わせ用ホログラム 48a、48b は図 6 に示した球面回折波 CD1 を形成するホログラムであり、端面 45 に対向する端面側に形成されている。図中符号 50a、50b は導波光 PW が位置合わせ用ホログラム 48a、48b に入射した場合に位置合わせ用ホログラム 50a、50b によって形成される焦点を示している。図 10 は、コア層 44 の上面図であるので、焦点 50a、50b を位置合わせ用ホログラム 48a、48b に重ねて示してある。

【0042】本実施例の情報記録媒体は、導波路が 5 つ、つまり図 10 に示したコア層 44 が 5 つと、これらのコア層 44 の間に形成されたクラッド層とからなる構造のものを作成した。そして 5 枚の画像情報を、各々のコア層 44 のホログラム 46 に重畳させた。本実施例では各々のコア層 44 のホログラムに「ページ 1」から「ページ 5」までの番号を付した。

【0043】図 11 は、本実施例による情報記録媒体の断面図である。本実施例では図 16 に示した従来技術と同様に、入射光を各コア層に導入するために情報記録媒体 49 の一部を 45° にカットして反射面を形成し、情報記録媒体 49 の各層に垂直な方向から円筒波面の光 CL1 を入射する方式をとっている。全てのコア層に形成された位置合わせ用ホログラム 48a、48b から回折

される光は、情報記録媒体 49 の上面から 1 mm 上、情報記録媒体 49 の表面に平行な面 52 内に集光されるように設計した。図 11 中 P1~P5 は、各コア層に付されたページ番号を示している。つまり、符号 P1 で示されたコア層にはページ番号として「ページ 1」が付されており、符号 P5 で示されたコア層にはページ番号として「ページ 5」が付されている。また、符号 F P1~F P5 はそれぞれ、ページ番号 P1~P5 が付されたコア層に形成された位置合わせ用ホログラム 48 a, 48 b によって形成される焦点を示している。また、位置合わせ用ホログラム 48 a, 48 b は、焦点 F P1~F P5 が面 52 内において、0.1 mm の距離をもって配置されるよう形成されている。

【0044】図 12 は、図 11 に示した本実施例による情報記録媒体 49 に記録された情報を読み出す装置の簡略構成を示す図である。図 12 において、54 は円筒波面光源であり、半導体レーザ、コリメータ、及びシリンドリカルレンズにより構成され、円筒波を発生する光源である。56 は、回転ステージであり、図中の y 軸周りに円筒波面光源 49 を回転させる。58 は円筒波面光源 54 を図中の y 軸方向へ移動させる Y ステージであり、60 は円筒波面光源 54 を図中符号 D1 又は D2 が付された方向へ移動させるページ選択用ステージである。これらページ選択用ステージ 60、Y ステージ 58、及び回転ステージ 56 を駆動して円筒波面光源 54 から出射される円筒波面光 CL1 が情報記録媒体に入射する位置を調整する。主としてページ選択用ステージ 60 はページ選択用として用い、Y 軸ステージ 58 は入射円筒波の焦点位置の調整に用いる。尚、図 12 において、62 はアレイ光検出器であり、位置検出用ホログラムから出射される球面回折光を検出する。

【0045】はじめに、ページ番号 P1 が付された「ページ 1」の画像を正確に再生するよう各ステージを調整したところ、ホログラム画像と同時に位置合わせ用ホログラム 48 a, 48 b からの回折光により、2 つの輝点が観測された。焦点位置での各焦点のスポットサイズは、約 $\phi 10 \mu\text{m}$ であった。ページ選択用ステージ 60 を使って円筒波面光 CL1 の焦点を図中 D4 方向へ動かしていくと、ページ番号 P1 が付された「ページ 1」の画像が消え、ページ番号 P2 が付された「ページ 2」の画像が現れた。さらに続けて動かすと、次々にページ番号 P3 が付された「ページ 3」、ページ番号 P4 が付された「ページ 4」、ページ番号 P5 が付された「ページ 5」へと画像が切り替わった。これと同時に、位置合わせ用ホログラム 48 a, 48 b に対応する輝点が図 12 中 x 軸方向へ 0.1 mm 刻みでずれていくのが観測された。各輝点の輝度が最も強い位置で、ホログラムが正確に像を結んでいることが確認された。

【0046】次に、位置合わせ用ホログラム 48 a と位置合わせ用ホログラム 48 b の真上に、それぞれ 1 つずつ

つ、アレイ光検出器 62 を置いた。これら 5 つの個別の素子が、位置合わせ用ホログラム 48 a の 5 つの焦点それぞれの位置に合うよう、アレイ光検出器 62 を置いた。尚、本実施例では設計の都合上、焦点を同一直線上に配置したが、これに限定されるものではない。同様に、位置合わせ用ホログラム 48 b に合わせてアレイ光検出器 62 をもう一つ設置した。その素子を位置合わせ用ホログラム 48 a と位置合わせ用ホログラム 48 b の焦点に合わせた。アレイ光検出器 62 は、それぞれ 5 つの素子からなり、0.1 mm ピッチで図 12 中の z 方向に並んでいる。この素子を位置合わせ用ホログラム 48 a、位置合わせ用ホログラム 48 b の焦点 5 つ各々に合うようアレイ光検出器 62 を置いた。

【0047】ページ選択用ステージ 60 を任意の位置まで動かすと、アレイ光検出器 62 は 2 つとも、中央の素子で光が検知された。そこで、その位置の前後にページ選択用ステージ 60 を僅かに動かすと、光検知の信号が最大になる位置があった。そこで、ホログラム画像を観測すると、符号 P3 が付された「ページ 3」が正確に再生されていた。次に、ページ選択用ステージ 60 を図中符号 D5 が付された方向へ動かしていくと、アレイ光検出器 62 で検出される信号は一度かなり弱くなったが、そのまま動かし続けると、今度はアレイ光検出器 62 双方で信号が検出され、先ほどの右隣の素子からの信号が強くなった。信号強度が最大になるよう、ページ選択用ステージ 60 を調整すると、符号 P2 が付された「ページ 2」の画像が正確に再生された。同様に、符号 P1 が付された「ページ 1」、符号 P4 が付された「ページ 4」、符号 P5 が付された「ページ 5」も、アレイ光検出器 62 からの信号のみを手掛かりに、正確に再生することができた。

【0048】〔第 2 実施例〕次に、光源と情報記録媒体との位置合わせに関する実施例について説明する。上述した第 1 実施例において、初めに情報記録媒体 49 を装置にセットした状態ではホログラム画像は正確には観測されない。従って、上記の実施例では、最初に 1 枚のホログラム画像を観測しながら画像が正確に再生されるように、位置調整を行った。しかし、この方法は自動化には不向きである。本実施例では、始めから本発明の位置合わせ用ホログラムのみを用いて位置合わせを行った例を説明する。

【0049】図 11 に示した情報記録媒体 49 を図 12 に示した装置にセットした直後、アレイ光検出器 62 で検出される信号は弱かった。そこで、その位置の前後でページ選択用ステージ 60 を少し動かすと、アレイ光検出器 62 で、ページ番号 P1 が付された「ページ 1」の位置合わせ用ホログラム 48 b からの回折光が観測された。次に、ページ選択用ステージ 60 を図中符号 D4 が付された方向へ動かすと、位置合わせ用ホログラム 48 b からの回折光は、ページ番号 P1 が付された「ページ

1」、ページ番号 P 2 が付された「ページ 2」、ページ番号 P 3 が付された「ページ 3」へと焦点が順次切り替わっていくのが観測されたが、移動限界点まで位置合わせ用ホログラム 48 a からの回折光は観測されなかった。

【0050】そこで、ページ選択用ステージ 60 を反対に図中 D 5 が付された方向へ動かしていった。位置合わせ用ホログラム 48 b からの回折光は、ページ番号 P 5 が付された「ページ 5」からページ番号 P 1 が付された「ページ 1」まで順次切り替わっていくことが観測されたが、さらに動作を続けると、位置合わせ用ホログラム 48 a からページ番号 P 5 が付された「ページ 5」の信号が現れた。これより、円筒波面光源 54 の集光線が、導波光 PW の進行方向に向かってコア層に対して反時計回りにずれていることが分かった。このずれを直すように、回転ステージ 56 を僅かに回転して、再び、前述のようにページ選択用ステージ 60 をスキャンした。しかし、状況は変わらないので、また回転ステージ 56 を僅かに回転してページ選択用ステージ 60 のスキャンを行った。

【0051】同様の動作を何度か繰り返すと、何度目かに位置合わせ用ホログラム 48 a からページ番号 P 5 が付された「ページ 5」の信号が、位置合わせ用ホログラム 48 b からページ番号 P 1 が付された「ページ 1」の信号が同時に観測され、角度が確実に補正されつつあることが分かった。更に同じことを繰り返すと、今度は位置合わせ用ホログラム 48 a からページ番号 P 4 が付された「ページ 4」の信号が、位置合わせ用ホログラム 48 b からページ番号 P 1 が付された「ページ 1」の信号が同時に観測された。

【0052】この状態からページ選択用ステージ 60 を図中符号 D 4 が付された方向へ動かすと位置合わせ用ホログラム 48 a からページ番号 P 5 が付された「ページ 5」の信号が、位置合わせ用ホログラム 48 b からページ番号 P 2 が付された「ページ 2」の信号が同時に観測される位置があることが分かった。同じことをさらに何度も繰り返すと、位置合わせ用ホログラム 48 a と位置合わせ用ホログラム 48 b から同じページの信号が同時に観測される状態になった。

【0053】ページ番号 P 1 が付された「ページ 1」にて、これら双方の信号強度が等しく、更に最大になるよう、ページ選択用ステージ 60、回転ステージ 56 に加えて、Y 軸ステージ 58 を微調整したところ、ページ番号 P 1 が付された「ページ 1」の画像が正しく再生されていることが分かった。この状態でページ選択用ステージ 60 を動かすと、位置合わせ用ホログラム 48 a と位置合わせ用ホログラム 48 b とから同時にページ番号 P 2 が付された「ページ 2」の信号をとらえる場所において、ページ番号 P 2 が付された「ページ 2」の画像が正確に再生された。その他のページも同様であった。

【0054】〔第 3 実施例〕次に、第 3 実施形態について説明する。この第 3 実施形態では、2 次元アレイ光検出器の情報記録媒体 49 に対する位置合わせについて説明する。これまでは特に必要がなかったために説明しなかったが、情報記録媒体に光を入射するとホログラムによって光は上方に回折されると同時に下方へも回折される。本実施例では、第 2 実施例と同様に上方に回折される光を観測して光源と媒体との位置合わせを行い、下方に回折されるホログラム画像を CCD にて観測することとした。

【0055】本実施例では、図 10 に示したホログラム 46 及び位置合わせ用ホログラム 48 a、48 b に、図 13 に示した 3 つの位置合わせ用ホログラム 66 a、66 b、66 c、及び位置合わせを補助するのに必要な情報をまとめた位置合わせ補助情報ホログラム 70 を加えた。図 13 は、本発明の第 2 実施例による情報記録媒体のコア層の一部を示す上面図である。位置合わせ用ホログラム 66 a、66 b、66 c は何れも導波光 PW を回折したときに球面波の回折光を生ずる。尚、68 a、68 b、68 c は位置合わせ用ホログラム 66 a、66 b、66 c の回折光により形成される焦点位置を示す。

【0056】本実施例で用いる情報記録媒体 49 も、上述した第 1、第 2 実施例と同様の 5 ページからなる媒体で、5 ページ全てにつき、画像再生のためのホログラム 46 から下方へ回折される光の結像面をそろえ、情報記録媒体底面から下 1 mm、媒体下面と平行な面とした。また、位置合わせ用ホログラム 66 a については、5 つのページ全てについて上記結像面内の同じ点に集光するように設計した。位置合わせ用ホログラム 66 b、66 c についても同様である。位置合わせ用ホログラム 66 a、66 b、66 c からの回折光のスポットサイズは、結像面上すなわち焦点において、約 $\phi 10 \mu\text{m}$ であった。なお、位置合わせ補助情報ホログラム 70 には、ページアドレス情報、符号方式情報の情報を重畳させた。

【0057】ここで、ページアドレス情報とは、ページを区別するための識別子であり、第 2 実施例で用いたページ番号とは独立に各画像に異なる番号または名前を割り当てられる。本実施例の情報記録媒体は 5 枚のページを有するが、このような情報記録媒体複数からなる規模の大きな媒体では重要である。ページ番号 P 1 が付された「ページ 1」に“01”を、ページ番号 P 2 が付された「ページ 2」に“02”を、以下同様に“05”までの番号を割り当てた。符号方式は、デジタル情報処理機器の外部記憶装置として用いる場合の、デジタルデータとホログラム画像との相互変換の方式である。本実施例では、デジタルデータへの変換は行わず、番号“00”とした。

【0058】本実施形態では、図 14 に示す光検出面を有する光検出器 72 を用意した。図 14 は、第 3 実施例で用いられる光検出器の光検出面の構成を示す図であ

る。図 14 に示したように、光検出器 72 は、支持台 74 の上にホログラム画像を読み取る CCD 76 を固定し、その周りに位置合わせ用光検出器 78a ~ 78c を配置し、更に、位置合わせ補助情報検出器 80 を配置した。図 13 と図 14 とを比較すれば分かるように、位置合わせ用ホログラム 66a には位置合わせ用光検出器 78a が、位置合わせ用ホログラム 66b には位置合わせ用光検出器 78b が、位置合わせ用ホログラム 66c には位置合わせ用光検出器 78c がそれぞれ対応している。

【0059】位置合わせ用光検出器 78a、位置合わせ用光検出器 78b、位置合わせ用光検出器 78c 共に、有効受光面は $\phi 10 \mu\text{m}$ の円形とした。更に、位置合わせ補助情報検出器 62 は、位置合わせ補助情報ホログラム 70 に対応して配置され、0.5mm 四方のデ検出器 10 個からなる。また、CCD 76 を含む全ての検出器の受光面は 1 平面内にそろえた。

【0060】図 15 に示すように、図 14 に示した光検出器 72 を XYZ の 3 軸の平行移動と回転、あおりの調整ができる 6 軸ステージの上に固定し、図 12 の装置に配置された情報記録媒体 49 に対して -y 軸方向に位置するよう配置した。図 15 は、第 3 実施例における情報記録媒体 49 と光検出器 72 との位置関係を示す図である。尚、6 軸ステージにおける回転、あおりの回転中心は、全て位置合わせ用光検出器 78b の中心に精密に合わせた。以上で、読み取り装置の準備を完了し、次に実際にホログラム画像の読み取り操作を行った。

【0061】初めに情報記録媒体 49 をセットし、引き続き第 2 実施例に記述した方法で、光源円筒波面光源 54 と情報記録媒体 49 との位置合わせを行い、5つのうちの 1 ページが正確に再生される状態にした。この状態では、ホログラム画像は CCD 76 に対して図中 xy 軸方向に多少のズレがあり、またピントも合っていない。そこで、光検出器 72 を XY 面内の 2 方向にスキャンした。この操作において、位置合わせ用光検出器 78b にて微弱な光が観測される領域があった。位置合わせ用光検出器 78b から得られる光信号が最大になる位置での光強度の $1/10$ 以上の強度が観測される領域を称して領域 A1 とした。

【0062】次に、位置合わせ用光検出器 78b が、領域 A1 の概ね中心部に位置するよう、XY 面内において移動させた。ここで、図 15 の ϕ 方向に光検出器 72 を回転させると、位置合わせ用光検出器 78c で光信号が検出される領域があり、検出される信号が最大になる点で止めた。続いて、Z 軸方向に光検出器 72 を僅かに移動させ情報記録媒体 49 に近づけると、位置合わせ用光検出器 78b で観測される光が強くなった。

【0063】ここで、再び XY 面内のスキャンを領域 A1 内で行い、光信号が最大になる位置での光強度の $1/10$ 以上の強度が観測される領域を称して領域 A2 とし

た（このとき、A2 は A1 に含まれる）。位置合わせ用光検出器 78b が、領域 A2 の概ね中心部に位置するよう、光検出器 72 を XY 面内において動かした。ここで、再び位置合わせ用光検出器 78c で検出される信号が最大になる点まで、 ϕ 方向に回転した。続いて、光検出器 49 を z 軸方向へ移動させて情報記録媒体 49 に近づけた。同じ操作を繰り返し、スキャン領域を狭めていったところ、n 回目に、Z 軸ステージによって光検出器を媒体に近づけると、それまでとは逆に光信号が弱くなり、領域 An 内でスキャンを行っても前回よりも強い光信号が得られなかった。ここで、n は自然数である。

【0064】これは、焦点を通り過ぎたかまたは焦点に非常に近いことを意味するので、情報記録媒体の位置を n-2 回目の位置に戻し、媒体への近づけ方を遅く設定して、再び操作を繰り返した。Z 軸ステージの精度ではスキャン領域を狭められなくなったところで操作を止めた。最後に、 ϕ 、 θ 方向のあおりを調整して、位置合わせ用光検出器 78c でも最大の光信号が得られるようにした。このとき、CCD 76 で検出される画像信号は、ホログラム画像に忠実であり、ピントが正しく含まれていることが、確認された。また、位置合わせ補助情報ホログラム 70 領域に載せられたページアドレス情報（“01” ~ “05”）、符号方式情報（“00”）も正しく読み取ることができた。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ホログラムによって情報を記憶する情報記録媒体において、情報再生用の光源と情報記録媒体との間、光検出器と媒体との間で位置合わせを容易に行うことができ、その結果誤り発生率を抑制することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態が適用される情報記録媒体の概略を示す斜視図である。

【図 2】 本発明の第 1 実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す模式図である。

【図 3】 図 2 に示した構造のコア層 12 を複数有する情報記録媒体 10 の断面図である。

【図 4】 本発明の第 2 実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す模式図である。

【図 5】 図 4 に示したコア層 12 を複数有する情報記録媒体 10 への光入射の様子を説明する図である。

【図 6】 本発明の第 3 実施形態による情報記録媒体の構成の一部を示す断面図である。

【図 7】 各コア層に形成された位置合わせ用ホログラムが互いに異なる位置に焦点を合わせるような構成とした場合の焦点位置の最も単純な例を説明するための図である。

【図 8】 情報記録媒体 10 とホログラム画像読み取り用の 2 次元アレイ光検出器との位置合わせ方法を説明す

10

20

30

40

50

るための図である。

【図 9】 ピンホールとアレイではない単体の光検出器を用いた位置合わせ方法を説明する図である。

【図 10】 本発明の第 1 実施例による情報記録媒体のコア層の一部を示す上面図である。

【図 11】 本実施例による情報記録媒体の断面図である。

【図 12】 図 11 に示した本実施例による情報記録媒体 49 に記録された情報を読み出す装置の簡略構成を示す図である。

【図 13】 本発明の第 2 実施例による情報記録媒体のコア層の一部を示す上面図である。

【図 14】 第 3 実施例で用いられる光検出器の光検出面の構成を示す図である。

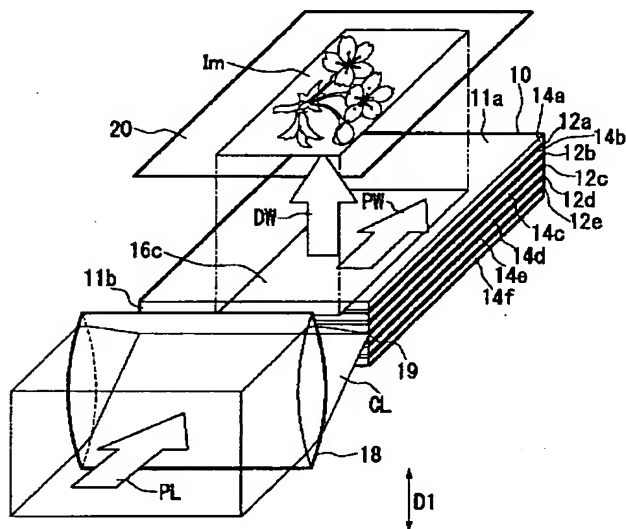
【図 15】 第 3 実施例における情報記録媒体 49 と光検出器 72 との位置関係を示す図である。

【図 16】 再生専用多重プログラムカードの原理を示す図である。

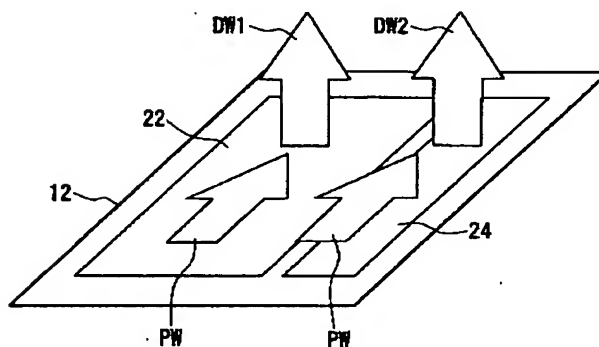
【符号の説明】

10…情報記録媒体、12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 30a~30g…コア層（光導波路）、14a, 14b, 14c, 14d, 14e, 14f…クラッド層（光導波路）、16c, 22, 26…プログラム、24, 24b, 24c, 24d, 28a, 28b, 32, 32a…位置合わせ用プログラム（位置合わせ構造）、FP, FPa, FPb, FPc…焦点（所定の点）。

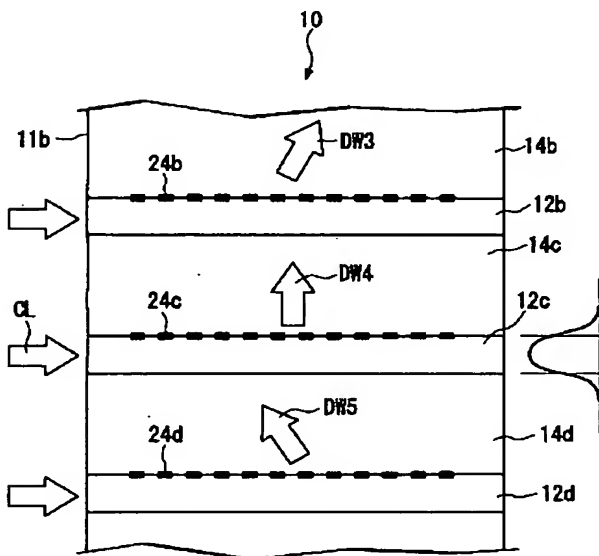
【図 1】



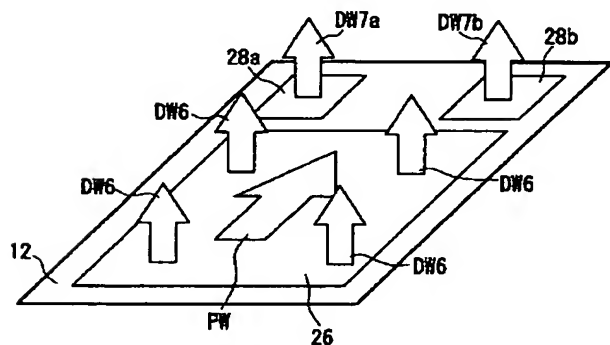
【図 2】



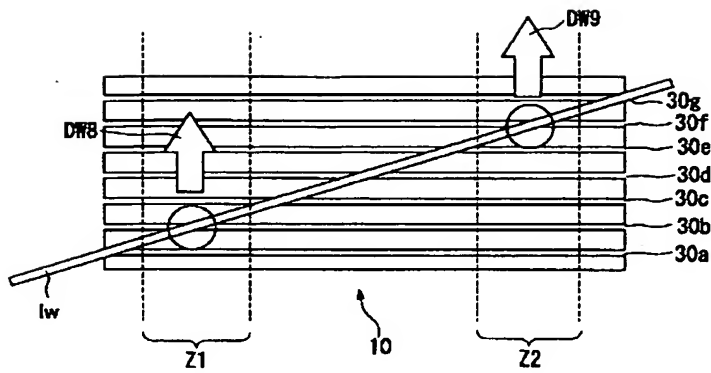
【図 3】



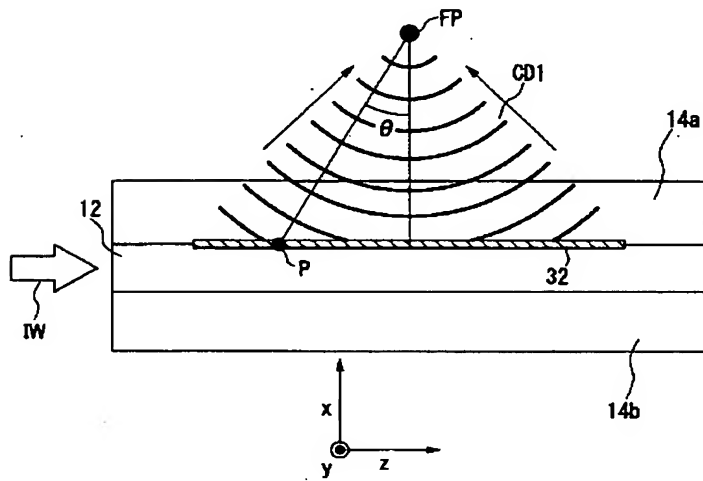
【図 4】



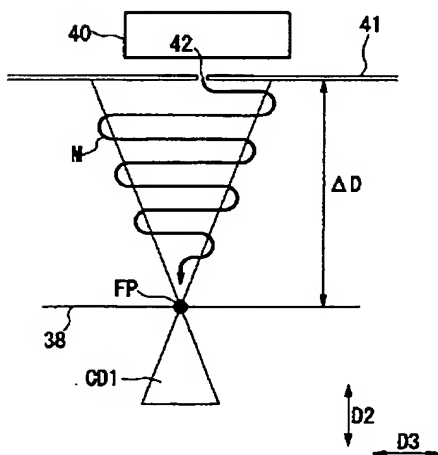
【図 5】



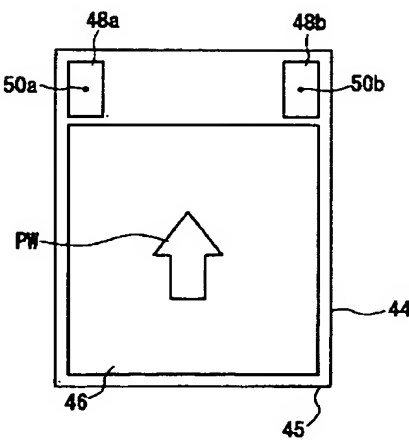
【図 6】



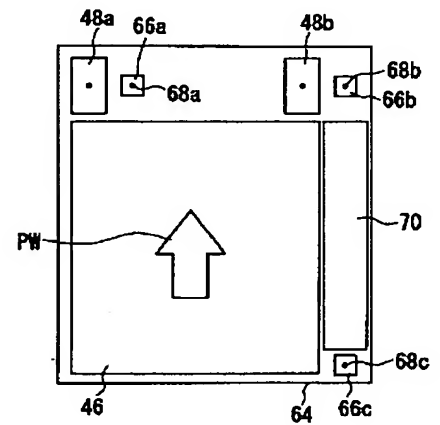
【図 9】



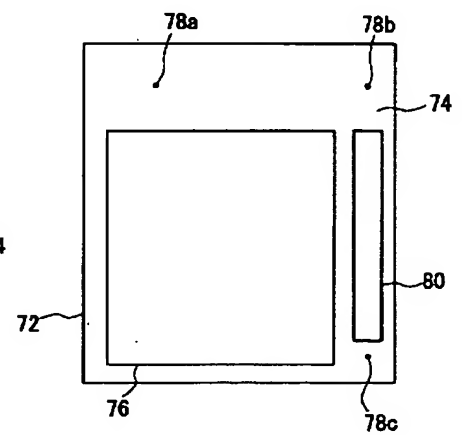
【図 10】



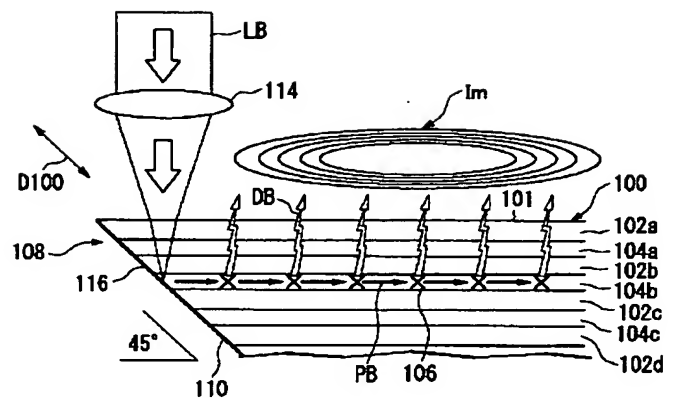
【図 13】



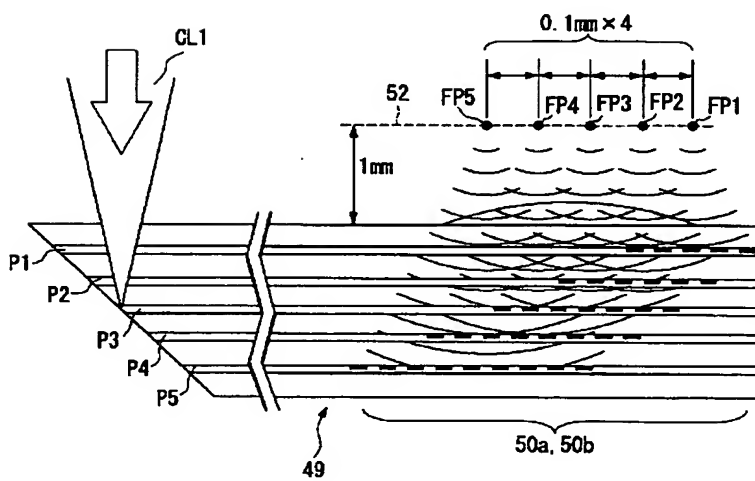
【図 14】



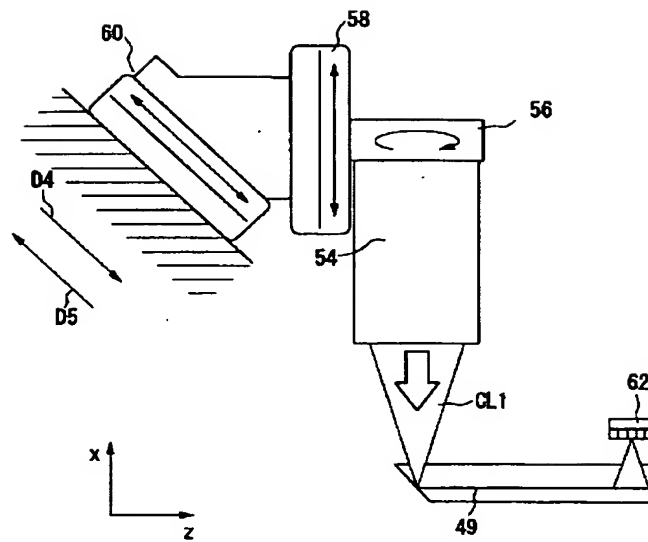
【图 16】



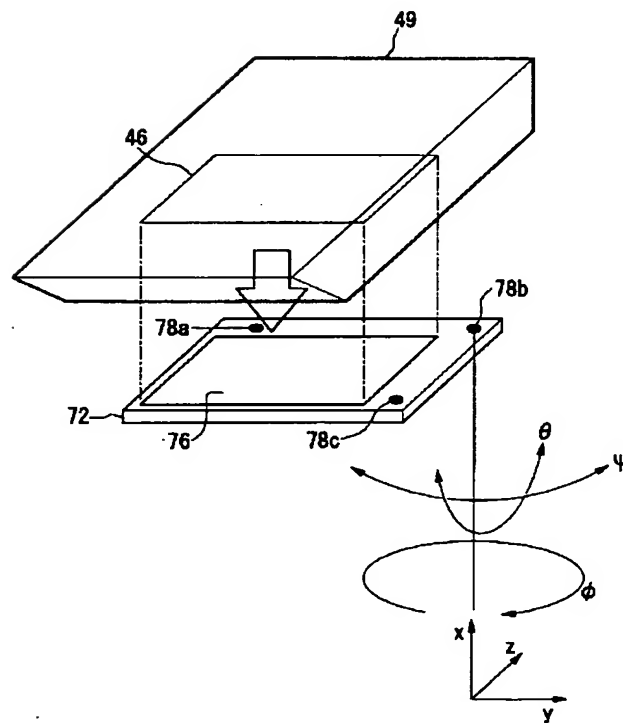
【图 1 1】



【図 12】



【図 15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷G 1 1 B 7/0033
7/0065

識別記号

F I

G 1 1 B 7/0033
7/0065

テーマコード* (参考)

(72) 発明者 黒川 義昭
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 館 彰之
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

F ターム (参考) 2H049 CA01 CA04 CA05 CA08 CA11
CA17 CA28 CA30
2K008 AA04 AA13 AA17 CC01 CC03
EE07 HH07
5B035 AA03 BA05 BB05
5B072 AA02 CC35 DD01
5D090 AA03 CC04 FF41 LL02